VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

ВЕШЕНКА.
ЕЩЕ И ЕШЕ РАЗ О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ CO_2 В ПРОМЫШЛЕННОМ ГРИБОВОДСТВЕ



ВВЕДЕНИЕ.

Как мне кажется, в любой области человеческой деятельности сначала должно идти обучение, затем решение типовых задач, и только потом разбор типичных ошибок. К сожалению, вешенке в этом отношении не повезло. Сформировано мнение, что выращивать вешенку очень просто! Начинающие, и не только начинающие, грибоводы из раза в раз повторяют одни и те же ошибки. И процесс обучения превращается в непрерывную работу над ошибками. Многие предприятия не выдерживают постоянной вялотекущей реконструкции. Разоряются.

Пожалуй, настоящую статью можно было назвать как-то вроде «Грабли, на которые мы наступаем» или «Работа над типичными ошибками».

ИТАК:

«ГРАБЛИ» ПЕРВЫЕ.
КОНЦЕНТРАЦИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ.

Все мы знаем, что грибы в процессе своего роста выделяют углекислый газ – CO_2. Многие знают, что этот газ необходимо удалять из камеры выращивания. Иначе грибы принимают неправильную форму. Например, как на фото 01, 02.



Фото 01.
Так выглядит гриб сорта А300, выращенный при концентрации углекислого газа более 1100 ppm.



Фото 02.
А это «Китайский Черный», выросший при концентрации углекислого газа чуть менее 1000 ppm.
Вы сможете дорого продать такой гриб?

Падает урожайность. Да и продажа такого «гриба» становится проблематичной.

Для удаления выделенного CO_2 мы вынуждены прокачивать через камеру выращивания атмосферный ВОЗДУХ. Именно для удаления CO_2, а не для подачи кислорода! Но ведь и атмосферный воздух содержит углекислый газ.

Вопрос – какая концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе?

Впервые мне довелось работать с хорошим газоанализатором в 1984 году. Тогда мы его настраивали по двум точкам. Первая – по поверочному газу с содержанием CO_2, кажется, 1 500 ppm. Вторая – атмосферный воздух. В то время в справочниках указывалось содержание углекислого газа в атмосфере в сельскохозяйственных районах порядка 300 – 350 ppm.

Что же сейчас?

Я много езжу по нашим странам. Веду обширную переписку. Некоторые полученные данные привел в таблице № 1.

Таблица № 1.
Содержание углекислого газа в атмосфере в различных регионах.

Место проведения замеров	Период	Концентрация CO_2
х. Веселый Ростовской обл.	2002 - 2003 год.	**390 - 440 ppm**
Харьков	В течение апреля 2006 г.	**не менее 600 (!) ppm**
Пригороды Смоленска	февраль - май 2008 года	**390 - 420 ppm**
окраина Херсона	август 2005 -май 2008 г.	**420 - 580 (!) ppm**
х. Ольговка Херсонской обл.	июль 2005 - апрель 2006 г.	**400 - 450 ppm**

сельские окрестности Салема, Орегон, США	2006 - 2008 г.	**не менее 400ppm**
Северная Индия, Непал	февраль 2008 г.	**не менее 420 ppm**

Так же представляю вашему вниманию фото 03.



Фото 03.
Сельскохозяйственный район на севере Индии. Февраль
МИНИМАЛЬНАЯ суточная концентрация углекислого газа равна
420 - 440 ppm.

Следовательно, если Вы рассчитали вентиляционную систему Вашей камеры выращивания исходя из концентрации углекислого газа в атмосферном воздухе = 300 - 330 ppm и из необходимости поддерживать концентрацию углекислого газа в камере выращивания на уровне 600 ppm; то, при реальной концентрации углекислого газа в атмосфере порядка 410 - 430 ppm, Вы ЗАНИЗИЛИ требуемую производительность вентиляционной установки примерно в 1,6 – 1,9 раза!

ВЫВОД ПЕРВЫЙ: прежде, чем начать строительство грибницы и рассчитывать климатические установки для камер выращивания, проведите мониторинг концентрации углекислого газа в Вашем регионе. Надеюсь, что Вы не планируете выращивать вешенку в черте Харькова! Уж слишком мощные климатические установки придется ставить. Посмотрите еще раз внимательно таблицу № 1.

«ГРАБЛИ» ВТОРЫЕ.
МАКРОВОЗДУХООБМЕН В КМЕРЕ ВЫРАЩИВАНИЯ.
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ «ТЯЖЕЛЕЕ» ВОЗДУХА?

Да, действительно, удельный вес углекислого газа больше, нежели удельный вес чистого воздуха. И вот готова еще одна, далеко не безобидная легенда грибоводства: «Забор отработанного воздуха для его удаления из камер культивирования необходимо делать в НИЖНЕЙ части камер»!

Предлагаю вашему вниманию Рис 01. На нем приведены результаты CO_2 картирования реальной высокой камеры выращивания.

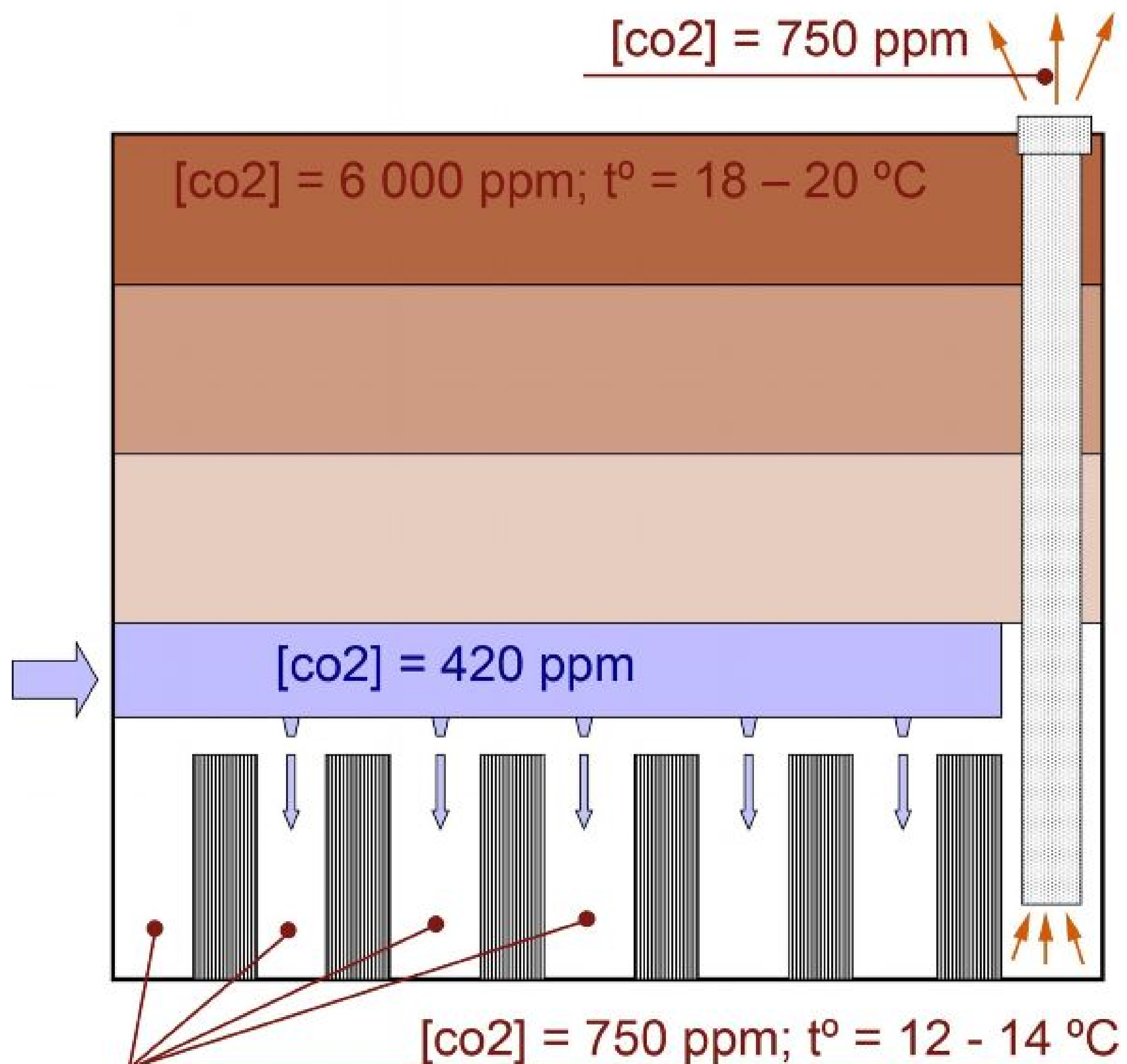


Рис. 01

Распределение углекислого газа по высоте в высокой камере выращивания.

Концентрация CO_2 в подаваемом в камеру воздухе равна 420 ppm. Вытяжные вентиляторы расположены в кровле, от них почти до пола опущены заборные жестяные воздуховоды. Ведь CO_2 тяжелее воздуха! Концентрация CO_2 в междурядьях порядка 750 ppm при температуре 12 – 14 ^{0}С. И тут неожиданность: выше уровня распределительных воздуховодов под потолком камеры сформирована «подушка» теплого, влажного воздуха с высокой концентрацией углекислого газа. Под самым потолком концентрация CO_2 достигала 6 000 (!) ppm. Оказывается, влажный теплый воздух, с высокой концентрацией углекислого газа имеет МЕНЬШУЮ плотность и собирается именно в верхней части камеры. Представим, что на улице похолодало. Эта воздушная «подушка» охлаждается, опускается вниз… Вот и еще одна причина легендарной загадочной гибели грибов в весенний или осенний период с переменными температурами на улице.

В этой камере проблему удалось решить достаточно просто – оставили вытяжные вентиляторы в кровле камеры, но демонтировали вытяжные воздуховоды, И получили новую картину распределения CO_2. Смотрите Рис. 02.

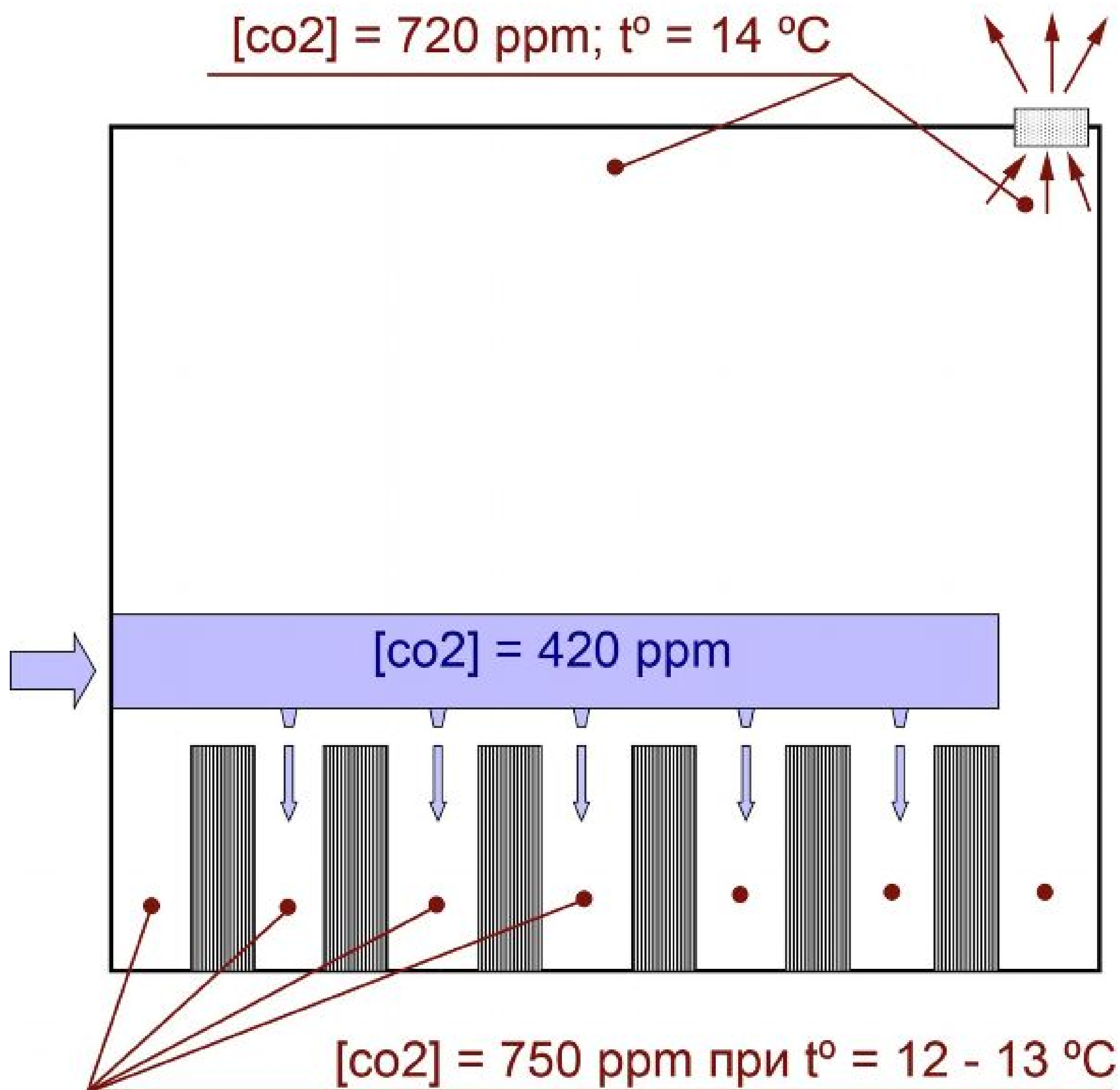


Рис. 02
Распределение углекислого газа по высоте в той же камере выращивания.
Отбор отработанного воздуха в верхней точке камеры выращивания.

Проблема была решена. И можно было бы не писать больше о столь старой ошибке. Но в начале декабря 2008 года был в Алмате. Пригласили на грибное предприятие в Алматинской области. Я благодарен судьбе за хорошее знакомство. Это, пожалуй, единственное в Алматинской области предприятие по промышленному выращиванию вешенки и шампиньона. Туда же приехал из Чимкента со своим CO_2 прибором Александр Афтаев. Провели CO_2 картирование 40 – тонной камеры выращивания вешенки. Результаты на фото 04.

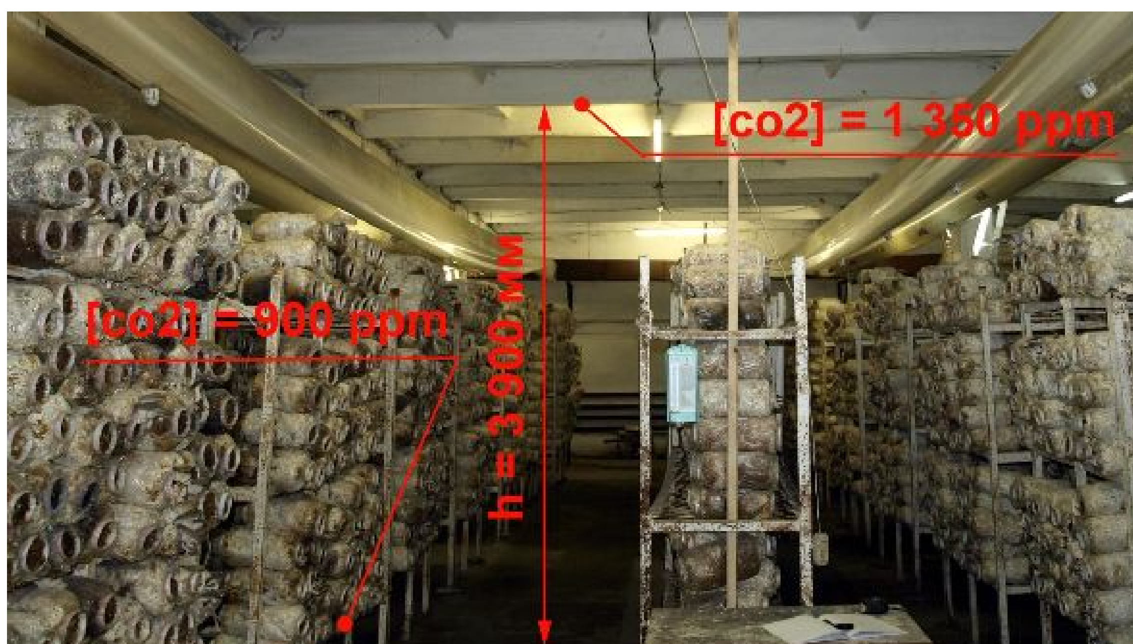


Фото 04.
Распределение по вертикали углекислого газа в камере выращивания с неправильно организованным удалением отработанного воздуха.

До чего же живучей и вредоносной оказалась эта легенда о «тяжелом» углекислом газе!

«ГРАБЛИ» ТРЕТЬИ. МАКРОВОЗДУХООБМЕН В КАМЕРЕ ВЫРАЩИВАНИЯ. ЭЖЕКЦИЯ ВОЗДУХА КАМЕРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ В ИСТЕКАЮЩУЮ ИЗ ФОРСУНКИ СТРУЮ.

В единственном русскоязычном профессиональном журнале для производителей грибов – «Школе Грибоводства» в статьях Ф. Ф. Карпова несколько раз описывались ЧАСТНЫЕ случаи расчета систем распределения воздуха в камерах выращивания вешенки. В последней прекрасной статье Резника Виталия Александровича из Харцизска описан более профессиональный расчет системы распределения воздуха с элементами подбора некоторых параметров. Некоторые рекомендации по расчету и подбору систем распределения воздуха в последние годы даются на семинарах. Во всех этих работах есть общее – рекомендуемые скорости истечения воздуха из сопел превышают 6 - 8 м/сек.

На таких скоростях уже заметно работает закон Бернулли. (Помните школьный курс физики?) Неизбежна эжекция воздуха камеры выращивания в истекающую из сопла струю. Как меняется концентрация углекислого газ в струе поступающего в камеру воздуха?

Смотрите рисунок 03.

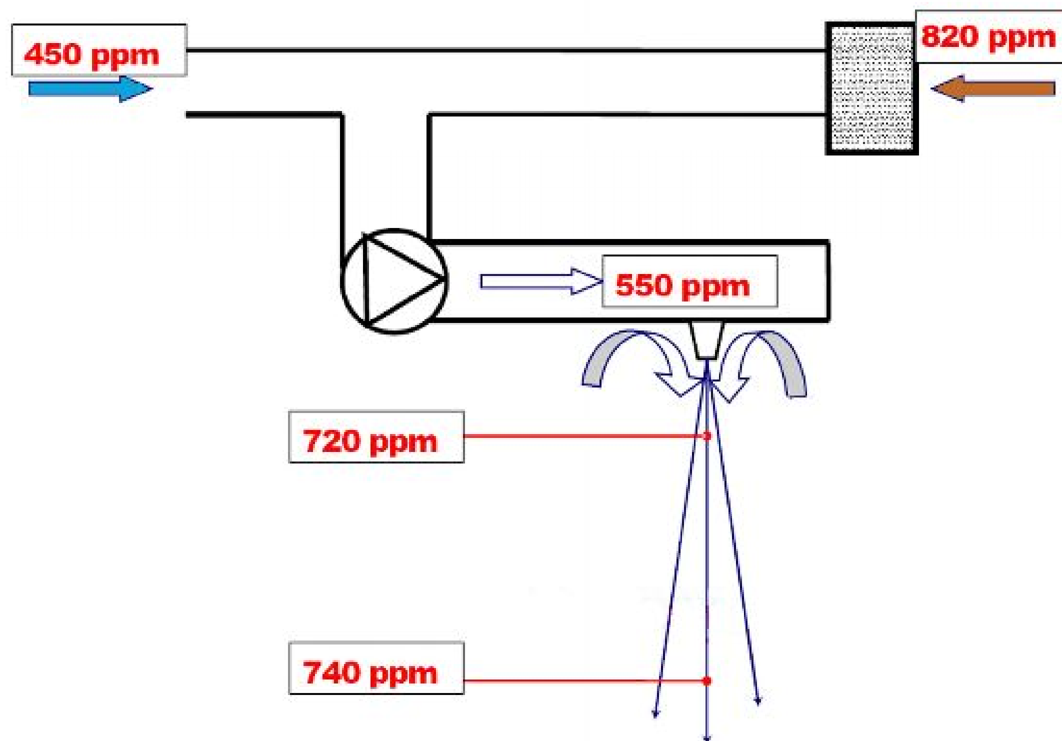


Рис. 03.
Эжекция атмосферы камеры выращивания в струю подаваемого через сопло воздуха.
(Красными цифрами показана концентрация углекислого газа.)

Замеры проведены весной 2006 года на одном из грибоводческих предприятий Украины прибором AS 305e фирмы "Mushroom Climate" USA с проточным сенсором. Пробы воздуха отбирались через тонкую (3 мм) трубочку непосредственно из воздуховодов, из струй воздуха. Оказалось, что уже на расстоянии 10 – 12 см от среза сопла концентрация CO_2 в струе подаваемого в камеру воздуха возрастает с 550 ppm до 720 ppm. На расстоянии более полуметра она достигает 740 ppm и сохраняется на этом уровне до пола камеры.

К сожалению, ни в одном известном мне источнике на русском или английском языке этот эффект при расчете систем распределения воздуха в камерах выращивания не учитывается. Единственный раз встретил упоминание об этом эффекте в очень старой работе по прикладной математике на английском языке, посвященной моделированию процессов распределения воздуха в «ирландском грибном тоннеле». Критиковать за умалчивание зарубежные фирмы, поставляющие климатическое оборудование для их типовых камер выращивания глупо. Никто не публикует технологическую информацию сверх необходимой для продаж оборудования.

Пришлось искать профессиональных вентиляционщиков, учиться еще и этим методикам расчетов.

«ГРАБЛИ» ЧЕТВЕРТЫЕ.
МИКРОВОЗДУХООБМЕН В КАМЕРЕ ВЫРАЩИВАНИЯ.
ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ПЛОДОВОГО ТЕЛА.

В предыдущих двух разделах я коротко рассмотрел 2 проблемы макровоздухообмена в камерах выращивания. Но ведь каждый конкретный гриб совершенно не «интересует» концентрация CO_2, влажность воздуха на расстоянии нескольких сантиметров от плодового тела. И теперь на первый план выходят вопросы микровоздухообмена в пограничном слое воздуха каждого плодового тела. Вернемся к случаю, представленному на рисунке 03. Кажется, что мы имеем хорошие климатические условия. Но гриб «развернутый». Не товарный!

Измерим прибором AS 305e концентрацию CO_2 непосредственно в сростке (друзе) плодовых тел.

Результаты Вы можете видеть на рисунке 04.

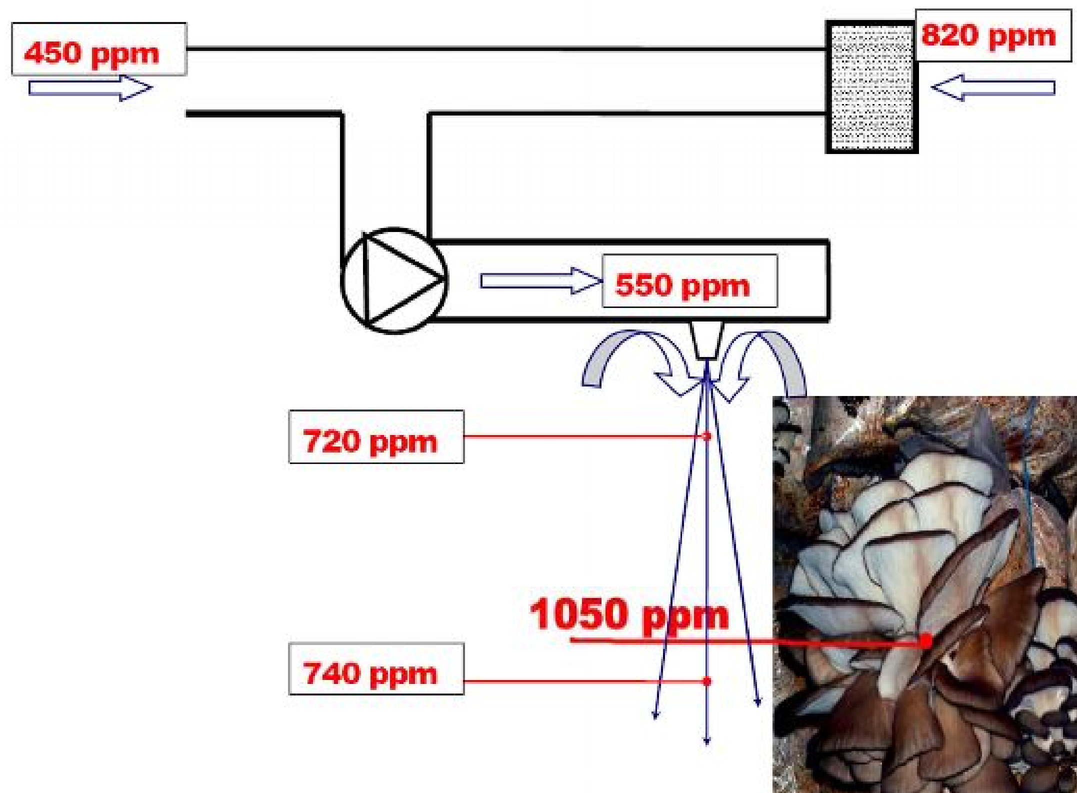


Рис. 04.
Проблемы микровоздухообмена.
В камере выращивания имеем нормальные климатические параметры. Но непосредственно около плодового тела гриба очень высокая концентрация углекислого газа.
В результате получили грибы, которые невозможно продать по достойной цене.

Как выйти из этой ситуации:

- уменьшить интенсивность выделения CO_2 за счет снижения температуры в камере выращивания.
- увеличить долю свежего воздуха в вентиляционной системе.
- увеличить скорость истечения воздуха из воздушных сопел – увеличить скорость движения воздуха у поверхности гриба, т.е. уменьшить толщину пограничного слоя воздуха.
- и, наконец, кардинальное решение: создать в камере выращивания НОРМАЛЬНУЮ систему распределения воздуха.

Дабы не перегружать настоящую статью советую вам «скачать» мою работу «Рассуждения о влиянии климатических параметров на форму плодового тела – в картинках» на Украинском не коммерческом сайте «Библиотечка грибоводства» www.veshenka.com.ua

Если Вас серьезно заинтересовали процессы воздухоподготовки, макро и микровоздухообмена в камерах выращивания – рекомендую Вам «скачать» очень старую работу А. И. Сафрай и Ф. Ф. Карпова «Управление климатом при выращивании шампиньонов» на том же сайте. Эта замечательная работа была выполнена и издана отдельной брошюрой Московской «Школой Грибоводства» еще в прошлом веке и более не переиздавалась. К сожалению.

ВОПРОС: для гриба важна концентрация CO_2 непосредственно в пограничном слое воздуха у плодового тела. Так где же в камере выращивания вешать прибор определения CO_2?

Адресую Вас к Фото 05.

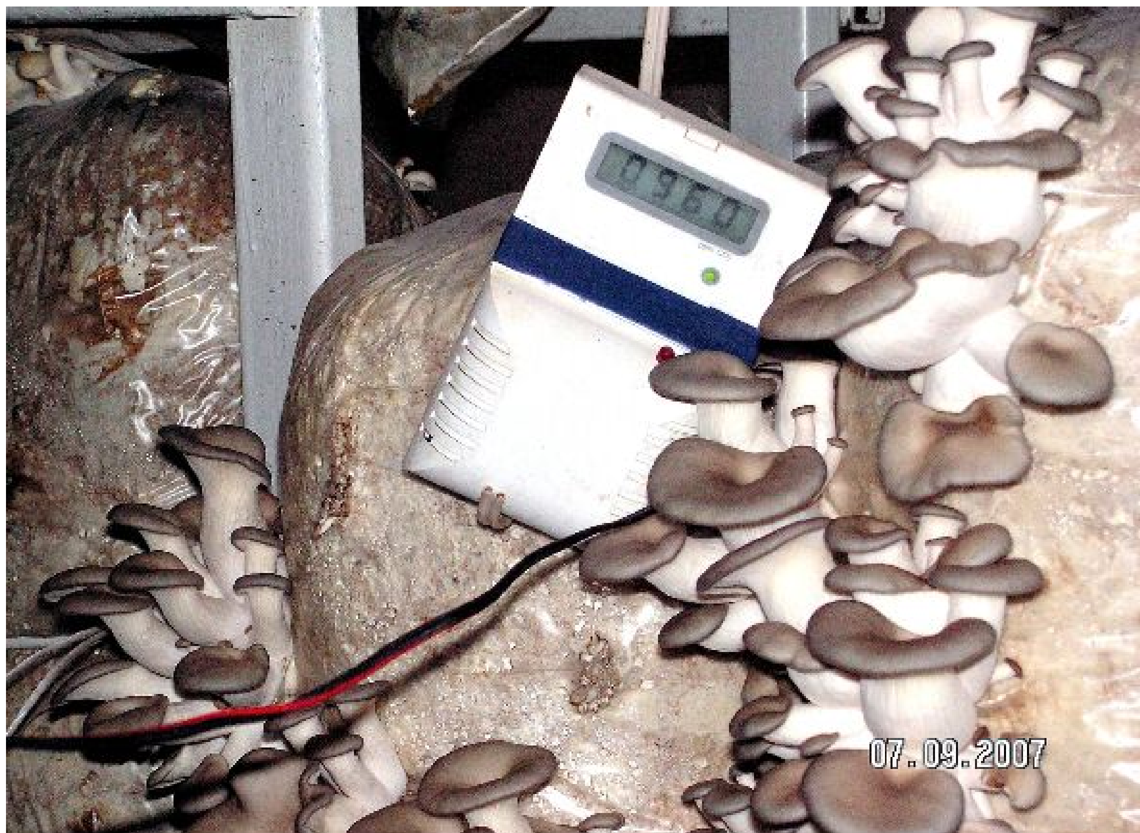


Фото 05.
Прибор измерения концентрации углекислого газа желательно располагать непосредственно в зоне плодоношения.

Рекомендую размещать прибор измерения концентрации CO_2 непосредственно в зоне плодоношения. Даже как бы «втиснуть» его между друзами грибов. Показания размещенного таким образом прибора практически совпадают с результатами измерений прибором AS 305e с отбором проб воздуха из сростка плодовых тел. Вы, конечно же, можете разместить прибор в центре прохода между стеллажами. И управлять концентрацией CO_2 ориентируясь на его показания и качество плодовых тел. Единственный недостаток – Вашими результатами не сможет воспользоваться Ваш коллега с отличной от Вашей системой распределения воздуха в камерах выращивания.

«ГРАБЛИ» ПЯТЫЕ.
КРИТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА.

Давайте договоримся, сейчас мы называем критическими те концентрации CO_2, при которых растут грибы НЕ ТОВАРНОГО качества.

Прошу Вас рассмотреть Фото 06. И еще раз вернуться к Фото 01; 02.

КРИТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ CO_2



Так же 2 часовая ошибка оператора - 2 часа концентрация CO2 превышала 1 100 ppm. Снимок сделан через сутки после устранения ошибки. Температура 16 градусов при Rh = 85 %.



Так выглядит гриб через сутки после ошибки оператора - при температуре 14 градусов и Rh = 85 % в течение 2 часов CO2 превышал 1 200 ppm.

Фото 06.

Прибор измерения концентрации углекислого газа был размещен в зоне плодоношения.

Еще раз подчеркиваю: прибор измерения концентрации CO_2 был расположен непосредственно в зоне плодоношения.

«ГРАБЛИ» ШЕСТЫЕ.
КОГДА ВЫДЕЛЯЕТСЯ МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО CO_2.

Когда мы говорим об управлении качеством гриба, процессом плодоношения изменением климатических параметров в камере выращивания, необходимо четко представлять, что максимальное УДЕЛЬНОЕ (отнесенное к тонне плодоносящего субстрата) количество CO_2 выделяется при пике плодоношения первой волны. Прошу обратить внимание на Фото 07.



Фото 07
Третьи сутки идет мощная первая волна.
Третьи сутки собираем гриб.
Третьи сутки наблюдаем максимальное выделение углекислого газа.

Итак, максимальное удельное выделение CO_2 наблюдаем на пике плодоношения первой волны. Очень интересно наблюдать за изменением скорости выделения CO_2. В течение ночи, при постоянной температуре в камере, скорость выделения растет – ведь и грибы растут. Достигает максимума к 8 - 9 часам утра. Заходят сборщицы. Концентрация CO_2 резко подскакивает. Оказывается, сборщицы тоже дышат, выделяют CO_2! Дневной урожай собрали, вывезли из камеры. Ушли сборщицы. Концентрация CO_2 резко падает. И снова постепенно начинает расти. До нового сбора. При мощной первой волне, как на Фото 07, пиковое выделение CO_2 длится 3 - 4 суток.

Величина удельной скорости выделения CO_2 зависит:

- температуры плодоношения.
- сорта гриба.
- состава субстрата.
- от того, насколько удалось синхронизировать плодообразование.
- и, конечно же, от УРОЖАЙНОСТИ!

Иногда грибовод говорит, что вот в прошлом году у него и субстрат был похуже, и плодоношение было менее дружное – но вот качество грибов, в отличие от теперешнего, было просто замечательное!

Все правильно. Грибовод научился работать лучше. И теперь ему просто не хватает производительности его климатической установки!

Возможные выходы из этой ситуации:

- снизить температуру в камере выращивания, уменьшить интенсивность биологических процессов.
- уменьшить загрузку камеры выращивания субстратом.
- и, наконец, кардинально решить проблему – провести реконструкцию системы подготовки воздуха и. возможно, системы распределения воздуха в камере выращивания.

«ГРАБЛИ» СЕДЬМЫЕ.
ОГРОМНЫЕ КАМЕРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ.

Представим камеру выращивания, в которой находится несколько партий субстрата.

Первая партия – пик плодоношения, первая волна.

Вторая партия – примордии.

Третья партия – пауза между волнами.

И т.д.

В камере плодоношение единая система распределения воздуха. Мы можем регулировать долю свежего воздуха только на всю камеру целиком. Мы вынуждены давать максимум свежего воздуха, ориентируясь на ту партию, в которой идет пик плодоношения первой волны. «Отстрелялась» первая партия, начинается плодоношение второй…

И получается, что мы почти постоянно даем максимум свежего воздуха в систему подготовки воздуха на всю камеру выращивания. Почти постоянно несем максимальные затраты на нагрев или охлаждение, увлажнение этого воздуха!

В 2007 году в Херсоне довелось делать предпроектную проработку переоборудования корпуса под камеры выращивания. Было два возможных варианта: либо две камеры выращивания по 40 тонн субстрата, либо четыре камеры выращивания по 20 тонн субстрата. Оказалось, что вариант четырех камер по 20 тонн субстрата требовал на 90 (!) кВт меньшей мощности котельной, нежели вариант с двумя камерами по 40 тонн субстрата. При этом цена климатического оборудования для обоих вариантов практически не отличалась!

Есть над чем задуматься – не правда ли?

Так ли уж нужны огромные камеры выращивания?

«ГРАБЛИ» ВОСЬМЫЕ.
ПРИ КАКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ВЫРАЩИВАТЬ ГРИБЫ?
ВЫРАЩИВАТЬ ГРИБЫ НЕ ИДЕАЛЬНОГО, А ТОВАРНОГО КАЧЕСТВА!!!

Осень 2005 года. В доступной на тот момент литературе рекомендуется выращивать вешенку при концентрации CO_2 НЕ БОЛЕЕ (!) 600 ppm. Изредка проскакивали крамольные рекомендации по выращиванию вешенки при огромной концентрации CO_2 до 700 ppm.

Уже наработан серьезный опыт по созданию климатических установок и систем распределения воздуха для обеспечения именно таких концентрация углекислого газа при плодоношении. И гриб получается идеального качества. Фотографии не стыдно показать коллегам. Только вот себестоимость этого гриба очень велика. Очень большой удельный расход свежего воздуха на килограмм выращенного гриба. А ведь этот воздух приходится готовить: нагревать/охлаждать, увлажнять. И опять кто-то разоряется, а ведь выращивал такие замечательные грибы…

Осень 2005 года. Стандартная ситуация. На предприятии в той или иной степени уже подготовлены 8 камер выращивания на 55 тонн субстрата каждая. Приобретены вентиляторы. Их производительность недостаточна для обеспечения требуемых условий. Но денег на приобретение нужных установок нет – уже истрачены…

Удалось убедить директора предприятия пригласить из Харькова великолепного специалиста – Андрея Павловича Старченко. И он так же не может найти решения.

Четвертые сутки бесплодной работы. Усталость и ощущение безысходности. И тут кого-то из нас осеняет идея: “А что если выращивать грибы не идеального, а просто товарного качества. Грибы, которые можно продать без снижения цены?” И опять работа, разбираем все мои фотоархивы. И родилось решение – можно попытаться рассчитать климатические установки систему распределения воздуха с использованием имеющихся вентиляторов, которые обеспечат концентрацию CO_2 в период плодоношения на уровне 800 ppm. Смотрите Фото 08 – оно сделано на четвертые сутки непрерывных расчетов.



Фото 08.
А.П. Старченко
ИДЕЯ: а что если грибы выращивать не идеального, а товарного качества при повышенной концентрации углекислого газа?

(Кстати, странно устроен человек. Я ведь точно помню, что это была моя ИДЕЯ. А Андрей Павлович почему-то искренне уверен, что автор ИДЕИ именно он.)

Потом еще несколько месяцев отработки методики, написания инструкций, обучение операторов. И вот наконец мы в промышленных объемах выращиваем ДЕШЕВЫЙ гриб при концентрациях CO_2 порядка 800 – 850 ppm! А самую - самую первую партию гриба при концентрации CO_2 850 ppm на 110 тоннах субстрата вырастил уже через неделю! Не утерпел. Смотрите Фото 09.



Фото 09
Самая, самая первая экспериментальная промышленная партия гриба, выращенная при [co2] = 850 ppm!

Если Вас заинтересовала тема выращивания дешевого гриба при повышенной концентрации углекислого газа, Вы можете на упомянутом выше сайте скачать статью «Вешенка. CO_2 теперь можно измерять.»

«ГРАБЛИ» ДЕВЯТЫЕ.
ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.

Итак, рухнул очередной психологический барьер. Вешенку хорошего качества можно выращивать при концентрациях CO_2 выше 800 ppm. Себестоимость гриба заметно снижается. Многие небольшие грибоводы Украины уже разобрались в этом. Они считают, что при месячных объемах производства порядка 3 тонн гриба прибор окупается за 1 – 2 зимних месяца.

И тут же искушение: а что если еще поднять концентрацию CO_2? Ведь себестоимость гриба снизиться еще больше!

Грамотно размещаем прибор – прямо между грибами. Действительно хорошая система распределения воздуха. И выращиваем товарный гриб сортов НК-35; «Китайский Черный» при уровне CO_2 900 – 950 ppm! Но периодически гриб гибнет по всей камере. Приезжаю, реанимирую камеру. Снова растет нормальный гриб. Но причины гибели гриба установить не могу.

Могу сделать предположение, что выращивание вешенки при концентрациях CO_2 выше 850 ppm, является рискованным. При недостаточном опыте операторов их незаметная ошибка может привести к гибели всего гриба.

Рекомендация – не поддавайтесь искушению работать при очень высоких концентрациях CO_2. Пока недостаточно опыта не рискуйте всем урожаем!

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ.

В упомянутых выше статьях и настоящей работе описаны следующие приемы выращивания грибов с использованием прибора измерения концентрации CO_2:

- инкубация субстратных блоков при высокой влажности воздуха (Rh > 93 %) и активной рециркуляции воздуха.
- инициация плодообразования с синхронизацией по CO_2.
- выращивание вешенки при высоком, порядка 850 ppm, уровне CO_2, с получением дешевого гриба товарного качества.

Комплексное использование этих приемов позволяет сократить цикл работы камеры выращивания при работе в 2 волны на 4 – 6 суток и в зимнее время снизить себестоимость гриба на 20 – 40 %.

Продемонстрирую результат комплексного применения этих приемов на крупном грибоводческом предприятии в г. Херсоне в 2005 – 2006 годах. Смотри таблицу 2.

Таблица 2.
Результат практического применения приборов измерения CO_2 в промышленном грибоводстве.
г. Херсон. 2005 – 2006 год.

	До внедрения приборов измерения CO_2	После внедрения приборов измерения CO_2
Общее количество камер выращивания	7 камер выращивания	9 камер выращивания
Суммарная вместимость камер выращивания в тоннах субстрата.	440 тонн	550 тонн
Общее увеличение количества субстрата на выгонке в %.	-	25 %
Среднемесячный объем производства гриба в тоннах.	17 тонн	40 тонн
Увеличение производства гриба в месяц в %.	-	135 %
Рекордное месячное производство гриба в тоннах.	29 тонн	82 тонны

При увеличении общей вместимости камер выращивания по субстрату на 25 % увеличили месячное производство гриба на 135 (!) % при снижении его себестоимости.

Комментарии, я думаю, не требуются.

ГДЕ ЖЕ ИХ КУПИТЬ, ЭТИ ПРИБОРЫ?

Не хочу уподобиться некоторым людям. Подразнили сладким и не дали. Отвечаю на Ваш вопрос.

Приобрести эти приборы очень легко:

1) В Америке у фирмы производителя “Mushroom Climate” сайт www.mushroomclimate.com
Адреса разработчика и производителя этих приборов Микки Фоли – Mickey Foley (смотрите фото 10)

- для деловой переписки mick@mushroomclimate.com
- для частной переписки micfoley@teleport.com



Фото 10
Разработчик прибора
Mickey Foley

2) Приобретение партий приборов с сопроводительной документацией в г. Чернигове, фирма «ТЭРА»,
Тел/факс. +380462-953468, 952417
Email: gribovod@ao-tera.com.ua
Сайт: www.gribovod.kiev.ua

3) Единичные приборы можно приобрести в г. Херсоне у Алексея Присяжнюка. Номер его мобильного телефона +38 050 318-58-07
Сайт: www.veshenka.com.ua

Непосредственно у производителя с доставкой курьерской почтой по СНГ прибор стоит 414 $.
Западногерманский аналог от 1000 Евро…

Остается только пожелать Вам профессиональных успехов!

В. Якушенко